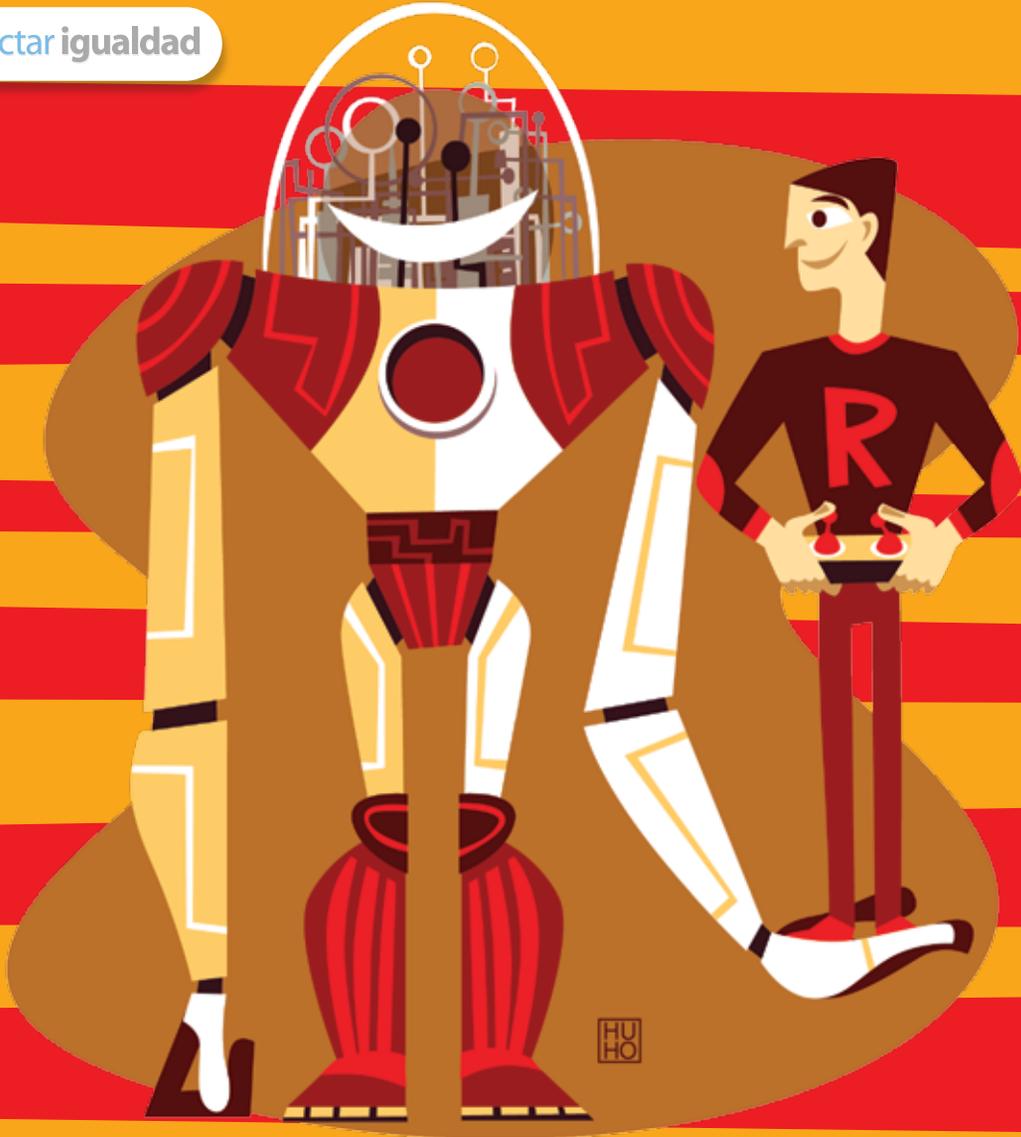


# Robótica

Entrá al mundo de la inteligencia artificial

+ CONECTADOS  
+ COUECTIVADOS  
*la revista*

conectar igualdad



Ministerio de  
**Educación**  
Presidencia de la Nación

**2**

entrevista  
**Marcela Riccillo**  
De la ficción  
a la realidad

**6**

tecnología para todos  
**Introducción**  
a la robótica

**14**

creadores  
**De Parque**  
Rivadavia  
a la Antártida

**26**

proyecto  
**Hacé tu propio**  
robot seguidor  
de líneas

**Presidenta de la Nación**  
Dra. Cristina Fernández de Kirchner

**Jefe de Gabinete de Ministros**  
Dr. Juan Manuel Abal Medina

**Ministro de Educación**  
Prof. Alberto E. Sileoni

**Secretario de Educación**  
Lic. Jaime Perczyk

**Jefe de Gabinete**  
A. S. Pablo Urquiza

**Subsecretario de Equidad y Calidad Educativa**  
Lic. Eduardo Aragundi

**Subsecretaria de Planeamiento Educativo**  
Prof. Marisa Díaz

**Subsecretario de Coordinación Administrativa**  
Arq. Daniel Iglesias

**Directora Ejecutiva del INET**  
Prof. María Rosa Almandoz

**Directora Ejecutiva del INFOD**  
Lic. Verónica Piovani

**Directora Nacional de Gestión Educativa**  
Lic. Delia Méndez

**Gerente General Educ.ar S. E.**  
Lic. Rubén D'Audía

**Integrantes del Comité Ejecutivo  
del Programa Conectar Igualdad**

**Por ANSES**

**Director Ejecutivo ANSES**  
Lic. Diego Bossio

**Gerente Ejecutivo del Programa Conectar Igualdad**  
Lic. Pablo Fontdevila

**Por Ministerio de Educación**

**Secretario de Educación**  
Lic. Jaime Perczyk

**Subsecretario de Equidad y Calidad Educativa**  
Lic. Eduardo Aragundi

**Coordinadora General del Programa Conectar Igualdad**  
Mgr. Cynthia Zapata

**Directora Portal Educ.ar S. E.**  
Patricia Pomiés

**Por Jefatura de Gabinete de Ministros**

**Subsecretario de Tecnologías de Gestión**  
Lic. Mariano Greco

**Por Ministerio de Planificación**

**Secretario Ejecutivo del Consejo Asesor del SATVD-T**  
Lic. Luis Vitullo

**Asesor del Consejo Asesor del SATVD-T**  
Emmanuel Jaffrot

conectar igualdad

educar

encuentro

PAKA

tec  
TECHNOLOGY

pp. 2-5



p. 20



2. entrevista  
**Marcela Riccillo**  
 De la ficción  
 a la realidad

6. tecnología para todos  
**Introducción**  
 a la robótica

11. tecnología para todos  
**Inteligencia**  
 y vida artificial

12. tecnología para todos  
**Robótica lúdico-educativa**

14. creadores  
**De Parque Rivadavia**  
 a la Antártida

16. tecnología para todos  
**El arte robótico**  
 de Jessica Field

18. notitas

20. tecnología para todos  
**El lenguaje de los robots**

21. programas  
**Imprescindibles**

22. test  
**¿Cuánto sabés de**  
 electrónica?

26. proyecto  
**Hacé tu propio robot**  
 seguidor de líneas

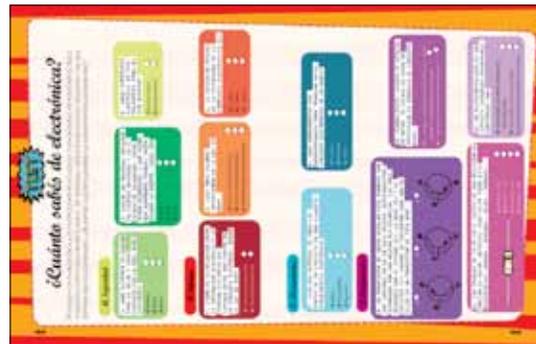
32. cuidados de la net

# SUMARIO

p. 21



pp. 22-25



pp. 26-31



p. 32



# De la ficción a la realidad

*Tema predilecto de la ciencia ficción, la robótica tiene siglos de desarrollo, pero ahora, además, se la estudia en facultades y laboratorios. Desde aquellos autómatas medievales, diseñados para poder escribir determinada frase, hasta los componentes robóticos que hoy se aplican en las grandes industrias, en la actualidad hay un desarrollo muy variado en la materia, que incluye la posibilidad de ser operado por un robot –comandado por un médico–, asistir a un mundial de fútbol jugado por robots o ver una obra de teatro también actuada por robots. **Marcela Riccillo**, experta en el tema y divulgadora, explica los distintos aspectos de una disciplina que parece pasar de las pantallas del cine a la vida real, al estrepitoso ritmo de los avances tecnológicos.*





Marcela Riccillo es investigadora en robótica humanoide. Tiene un doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, y le encanta investigar y actualizarse en materia de robots, en un momento en que todos los días hay alguna noticia al respecto. Siempre la atrajo ver cómo encienden las máquinas y, entre risas, recuerda uno de los primeros objetos que evidenciaron ese interés: una cartuchera de la Mujer Biónica, aquel personaje ya mítico que, con la ayuda de la ciencia, potencia y trasciende sus aspectos humanos con partes del cuerpo mecánicas que la hacen muy fuerte, rápida y ultrasensible a los sonidos.

## ¿Qué es la robótica?

La robótica es un área interdisciplinaria, bastante divertida, que tiene un montón de posibilidades. Básicamente, es el desarrollo de entes que poseen cierta autonomía. Hay distintos grados, depende de la inteligencia que se le va dando a cada uno de esos entes; puede ser desde un brazo robot, que originalmente era “la robótica” y al que actualmente encontramos, por ejemplo, en empresas automotrices, hasta los humanoides.

## ¿Y qué es la inteligencia artificial?

Hay muchas definiciones de lo que es inteligencia. Una de ellas es “reaccionar con el medio ambiente”. Por ejemplo, si yo tengo una grúa que va y levanta cosas según la voy moviendo desde un comando, no tiene inteligencia. Antiguamente, se podía llamar *robot* a eso, pero no tiene inteligencia. Sin embargo, si tengo un robot y puede no chocarse con la mesa o puede aprender, por ejemplo, la ubicación de las cosas, reaccionar con lo que una persona le habla y contestarle, a eso lo llamamos *inteligencia*. Dentro de la inteligencia, encontramos distintos métodos para aprender y para hacer las cosas.

## ¿Cuáles son los usos de la robótica?

Hasta ahora, básicamente, se pensaba que la robótica podía

aplicarse en la construcción de prótesis para personas discapacitadas que no pueden caminar. Desde ASIMO, el robot humanoide de la empresa Honda, desarrollado en el año 2000, la idea es que el robot mismo ayude a la persona. Que el robot le diga “Tome un medicamento”, que el robot le lleve cosas, y en esa idea están trabajando los japoneses. Ellos tienen una gran cantidad de gente de edad avanzada, mayor de 100 años, y la idea es que ayuden a ese tipo de personas. Entonces, actualmente están los robots industriales, como los brazos robot para fabricar autos, y los que tienen otros usos, como por ejemplo la aspiradora robot, que va por la casa limpiando y reconoce los objetos, no se choca, uno la deja y puede programarla para determinada hora, para determinadas habitaciones. Posee sensores que captan si hay una escalera, una pared o determinados obstáculos, y los evita. O tenemos el Da Vinci para hacer cirugía, que representa una evolución en lo que es laparoscopia. En lugar de abrir, mirar al paciente, sacar órganos y coserlo, permite hacer pequeñas incisiones en el abdomen. Al paciente le queda una cicatriz más chica, tiene menos tiempo en el hospital, menos posibilidad de infecciones, y el médico está sentado en una consola y dirige ↵

la operación como si fuera con un joystick. Los últimos cuentan con cuatro brazos, tres son las pinzas –para cortar o suturar– y el otro es la cámara, que generalmente entra al nivel del ombligo y ahí el médico puede elegir ver en 2D o en 3D. En la Argentina, hay tres de estos robots, uno en el Hospital Italiano y dos en el Malvinas Argentinas.

*¿La robótica plantea una “competencia” entre el hombre y el robot, o está claro cuál es el límite?*

Hay una teoría occidental y una teoría oriental. La teoría occidental considera al robot como máquina, como herramienta, y está siempre el miedo a que saque el trabajo. También se pensaba eso de las computadoras: se creía que iban a sacar el trabajo a la gente, y lo único que hicieron fue abrir nuevos campos. Algunos trabajos sí fueron reemplazados, pero la computadora abrió muchos campos de investigación, muchas áreas de estudio, muchos trabajos. Yo creo que va a pasar lo mismo con los robots. Se cree que, ahora, la robótica es como la computación en sus inicios, pero en un momento se van a abrir todos esos campos de estudio. La teoría oriental, en cambio, plantea que el robot es un compañero. Están inspirados en lo que es Astroboy, un robot de historietas, un



Los occidentales consideran a los robots como máquinas. Los orientales, en cambio, los valoran como compañeros.

chico bueno, fuerte, que ayuda, y así ven a los humanoides. Por otro lado, están los androides: los androides tienen piel sintética, como los humanos, y parecen humanos.

*¿Qué es la robótica humanoide?*

El estudio de la robótica humanoide trabaja en cómo hacer para que los robots parezcan simpáticos y amigables, y los que son realistas parezcan cada vez más reales, pero no generen impresión o una reacción negativa en las personas. Se ocupa de la interacción humano-robot. Tiene una interrelación con lo que es mecánica, computación, electrónica, pero también con la sociología y la psicología. Por ejemplo, hay un robot en España que atiende a las personas cuando llegan a un hotel. Y los investigadores me cuentan que los adultos le tienen como miedo, pero los chicos tocan al robot, no tienen ningún problema. Las personas deberán acostumbrarse si eso sigue evolucionando. En este momento, por ejemplo, hay robots pensados para cuidar chicos en una casa; son como una camarita móvil que va por la casa y vigila a los chicos. Desde el trabajo, los padres pueden ver lo que está pasando. Es más que una cámara, porque el robot podría llamar a emergencias o, si es una persona anciana, ayudarla a levantarse. Todavía hoy la idea está en un plano académico, pero está evolucionando rápidamente. Corea y Japón esperan, para el 2020, que haya robots en las casas ayudando a las personas en su vida cotidiana.



### ¿Cuáles son los límites actuales del robot?

Antiguamente, los laboratorios se preocupaban más por desarrollar una cara, una mano o una pierna. Hoy, la idea es el robot en conjunto; hacer un robot completo que tenga manos específicas, cara, y en los casos de los andróides, que tengan piel sintética. Entonces, hay quienes se dedican a la inteligencia y quienes se dedican al “envase”.

La inteligencia de los robots todavía es limitada, pero se está avanzando. La apariencia está notablemente más adelantada. Si se logró bastante autonomía: por ejemplo, robots que juegan al fútbol, con otros robots. Antes eran como autitos, ahora hay humanoides, como los robots CHARLI y DARWIN de Virginia Tech, que dirige el doctor Dennis Hong, uno de la liga “adulta” y el otro de la “infantil”, que ganaron el año

la conciencia. El robot, por ejemplo, no puede dejar de hacer algo porque no tiene ganas, pero sí se puede expresar. Hay varios experimentos de laboratorio que están tratando de llegar a la conciencia del robot. Yo estoy totalmente en contra de la conciencia de los robots. Pienso que un robot con conciencia sufriría ante ciertas situaciones, por ejemplo, si sale un robot más nuevo y su dueño lo reemplaza.



Por ejemplo, hay chicas-robots que hablan y pueden llevar adelante una conversación; pero es una conversación pobre, que Iroshi Ishiguro, un especialista de la Universidad de Osaka, dice que es como de alguien de 5 años. Todavía no ha evolucionado para que sea muy fluida. Eso es un límite. Otro ejemplo es el Nao, que es un robotito francés; tiene bastante inteligencia para adaptarse, para caminar, aunque no parece un humano. Es un robotito más humanoide.

pasado la RoboCup, el mundial de fútbol de robots. Estos juegan solitos, solitos buscan la pelota, tratan de hacer goles. Entonces, hay distintos grados de desarrollo y de cosas que están faltando.

### ¿Se supone que en algún momento los robots van a poder igualar la capacidad de pensar y de sentir que tienen los humanos?

Todavía, los robots no tienen sentimientos. Los expresan. Puede parecer que el robot tiene sentimientos, pero lo que no existe es

Sin embargo, lo veo posible. La tecnología avanza muy rápido, y cuando los investigadores se proponen un objetivo, lo más probable es que lo consigan.☞

¿Sabías que las netbooks del Programa Conectar Igualdad te permiten hacer un robot?

Para aprender cómo, no te pierdas el Taller de Robótica del Festival Conectar. En este link, toda la información.

[http://festivalconectar.educ.ar/?page\\_id=2301](http://festivalconectar.educ.ar/?page_id=2301)

# Introducción a la robótica

## ¿Qué es la robótica?

La *robótica* es la ciencia que estudia el diseño y la implementación de robots, conjugando múltiples disciplinas, como la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control, entre otras.

*Desde siempre, las personas han inventado mecanismos y desarrollado tecnologías que les permitieran traspasar los límites de sus capacidades. Al mismo tiempo, fantaseaban con la idea de jugar a ser Dios y crear seres a su imagen y semejanza. El enorme progreso en ingeniería, electrónica e informática lo está haciendo posible. Aquí, allá, con vos... en todas partes. Los robots están entre nosotros.*

Para definirlo en términos generales, un robot es una máquina automática o autónoma que posee cierto grado de inteligencia, capaz de percibir su entorno y de imitar determinados comportamientos del ser humano. Los robots se utilizan para desempeñar labores riesgosas o que requieren de una fuerza, velocidad o

precisión que está fuera de nuestro alcance. También existen robots cuya finalidad es social o lúdica.

### ¿Por qué robot?

El término *robot* tiene su origen en el título de la obra teatral *Robots Universales* de Rossum, escrita por el novelista y dramaturgo checo Karel Capek, en 1920. La palabra checa *robota*, que significa "trabajos forzados", fue traducida al inglés como *robot*.

El Nano colibrí,  
espía robótico creado por la CIA.



## Robots, ¿dónde?, ¿para qué?

Los robots se usan en diversos ámbitos y para cumplir tareas variadas: desde los brazos robóticos utilizados en la industria automotriz hasta el novedoso sistema quirúrgico Da Vinci, que permite practicar cirugías de alta complejidad poco invasivas y con una precisión sin preceden-

tes; desde los robots espaciales diseñados para explorar la superficie de planetas desconocidos hasta la aspiradora doméstica Roomba, que realiza la limpieza de manera autónoma, o el Nano colibrí, un pájaro utilizado para espionaje militar.

Pero quizá los más llamativos sean los androides, que imitan la

morfología, el comportamiento y el movimiento de los seres humanos. Uno de los más conocidos en la actualidad es ASIMO, pensado para llevar a cabo labores asistenciales y sociales. Aunque se encuentra en una etapa experimental, ASIMO es capaz de caminar o subir escaleras por sí solo. ⚡

Sistema quirúrgico Da Vinci.



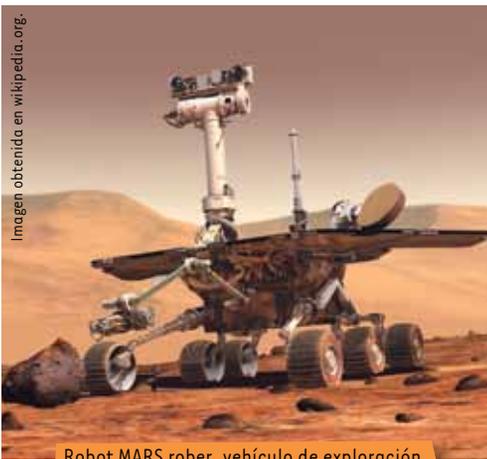
Imagen obtenida en <http://www.kingsporttowncenter.com>.

ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility, "paso avanzado en movilidad innovadora"), el robot humanoide desarrollado por la empresa Honda desde el año 2000.



Aspiradora robótica Roomba.

Imagen obtenida en [wikipedia.org](http://wikipedia.org).



Robot MARS rober, vehículo de exploración en Marte creado por la NASA.

Imagen obtenida en [wikipedia.org](http://wikipedia.org).

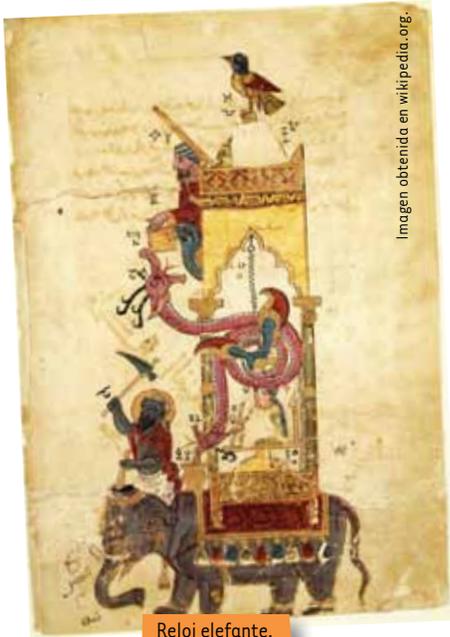


Imagen obtenida en wikipedia.org.

Reloj elefante, de Al-Jazari.

### La robótica viene de antiguo

Desde siempre, las personas han querido desarrollar seres animados con diferentes fines. Este deseo de dar vida, conjugado con el progreso mecánico, científico, tecnológico y electrónico a lo largo de la historia, dio lugar a la creación de los autómatas, máquinas que imitan la figura y los movimientos de un ser animado, antecedente directo de los robots.

Los primeros autómatas se remontan a la Antigüedad: egipcios y griegos fueron pioneros en el desarrollo de la mecánica y la ingeniería. Conocían y utilizaban a la perfección principios mecánicos como la rueda, el eje, la cuña, la palanca, el engranaje, la rosca y la polea, elementos que constituyen la base de muchos mecanismos empleados en la actualidad. Tenían también un profundo conocimiento de hidráulica y neumática,

que usaban para dar movimiento a algunas estatuas.

En el siglo I d. C., Herón de Alejandría escribió el primer tratado de robótica, *Los autómatas*, y creó los primeros autómatas: el teodolito, un aparato que medía ángulos, distancias y desniveles, y el odómetro, que medía distancias recorridas.

### Siguen los inventos: un poco de historia

Durante la Edad Media, dos personajes se destacaron por sus invenciones. Alberto Magno (1206-1280) creó un autómata de hierro que le servía como mayordomo –podía caminar, abrir puertas y comunicarse con los invitados–, y una cabeza parlante que predecía el futuro. Al-Jazari, uno de los más grandes ingenieros de la historia, inventó un reloj elefante, con seres humanos y animales mecánicos.



### Autómatas famosos

Tal vez el más famoso creador de autómatas sea el inventor y relojero Pierre Jaquet-Droz (1721-1790), cuyas obras maestras recorrieron el mundo. Tres de ellas –*La pianista*, *El dibujante* y *El escritor*– pueden considerarse la creación de un verdadero genio. *La pianista*, construida con 2.500 piezas, es una mujer que toca el órgano accionando las teclas con sus dedos, mueve sus ojos y hace una reverencia al terminar de ejecutar cada pieza.



Imagen obtenida en wikipedia.org.

La pianista y El escritor, de Pierre Jaquet-Droz.

## ¿Te gustan las cucarachas?

El Renacimiento fue un período rico en pensadores e invenciones. El enorme interés por la investigación en el campo de las ciencias que explican al mundo y al ser humano impulsó el desarrollo de espectaculares maquinarias.

Leonardo Da Vinci (1452-1519), quizás el más grande inventor de todos los tiempos, creó, entre otras, la máquina de volar.

El matemático y filósofo Blaise Pascal (1623-1662), un destacado representante del racionalismo, inventó la primera máquina de calcular. Durante la misma época, la corriente de pensamiento de René Descartes (1596-1650) se sostuvo en el postulado de que todo se explica a través de las matemáticas. También tomó al ser humano como referente y antecesor primero de toda maquinaria.

Por su parte, el ingeniero e inventor Jacques de Vaucanson (1709-1782) creó un pato artificial que movía las alas y realizaba el proceso digestivo completo, y dos músicos autómatas: *El flautista* y *El tamborilero*, que podían tocar un amplio repertorio musical.

### Adiós, optimismo, adiós

Hasta el siglo XVIII, se había instalado cierto optimismo respecto del bienestar y progreso socioeconómicos que el desarrollo de

Cuando Lala me dijo que me quería presentar a un tipo con quien, según ella, tenía un montón de cosas en común, dije que sí, claro, entre los geeks siempre nos entendemos. Ahora, cuando me dijo que Robert era fanático de las cucarachas, el asunto ya empezó a inquietarme. Las cucarachas no son mis bichos preferidos, y un friki interesado en ellas... bueno, todavía se merecía una oportunidad.

Nos encontramos en un barcito, y esto fue lo que conversamos: *¿Te contó Lala que trabajo con cucarachas?*, fue lo primero que dijo. Estaba bien. Robert ponía sus intereses sobre la mesa en primer lugar. No me iba a llevar sorpresas. Sí, no es algo común, ¿no? *No te creas, hoy en día somos un montón. ¿A vos no te interesan?* ¿Sabés que no? *Te aseguro que si ves una de las mías, te enganchás enseguida*, dijo él. Mirá que vi un montón. En casa siempre hay, pero... no me atraen mucho. *Eso pasa cuando no tenés el control, cuando no son tus cucarachas, ¿me entendés?* Bueno... yo tuve un gato una vez y es verdad, no es lo mismo tu gato que cualquier gato. Pero con las cucarachas... como que no hay mucha manera de relacionarse... *¿Que no?* *Yo tengo una que solo me sigue a mí. Me llevó un toco de trabajo, pero bien vale la pena.* Me imagino. No debe ser fácil amaestrarlas, adiestrarlas, como se diga. *Programarlas*, respondió él. Eso, programarlas, le seguí la corriente. *¿Te gustaría verla?* ¿A la cucaracha? ¿Por qué no? Lo acompañé a su casa. Antes de entrar, me pidió que me sacara los zapatos. Lo entendí, no quería correr el riesgo de que se las pisara. En cuanto abrió la puerta, me llamaron la atención una cantidad de líneas negras dibujadas sobre el piso. Entonces me di cuenta y me puse de todos los colores. Me quise morir, que me

tragara una cucaracha gigante. Microbots, dije, casi sin voz. *Les decimos cucarachas*, sonrió él. *Lo sabías, ¿no?* Por supuesto. En casa tengo como mil, pero las programé al revés, cuando me ven, salen disparadas. Se rió. Me reí. Entré. Y me puse a pensar cómo podría programarlo a él. Para que me siguiera solo a mí, digo...



las maquinarias traería aparejado. Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial, los aspectos positivos asociados a este paradigma comienzan a ser cuestionados: las máquinas empiezan a reemplazar –y ya no tanto a aliviar– la mano de obra. También el medioambiente se ve notablemente perjudicado, pues este nuevo modelo económico requiere de la explotación de recursos naturales para sostenerse.

En 1929, con la crisis mundial derivada de la caída de Wall Street, la sociedad se vuelve pesimista y es cada vez más crítica respecto del avance tecnológico y el sistema industrial. Además, la Primera y la Segunda Guerra Mundial ponen de manifiesto el carácter destructivo que se da al uso de la tecnología.

## ¿Evolución científica o control social?

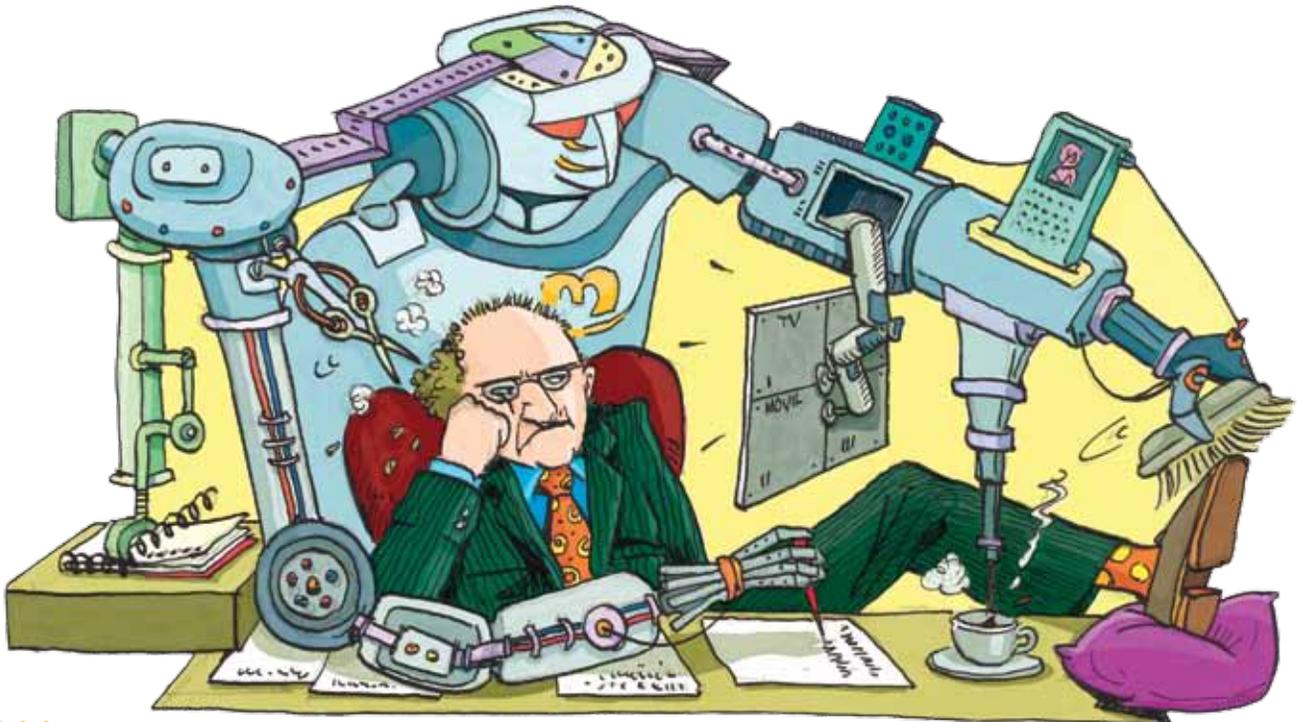
En la actualidad, las opiniones están encontradas y el espectro es muy amplio: desde las sociedades consumistas, adictas al uso de artefactos que parecieran cumplir infinitas funciones, hasta la tendencia a volver a las viejas costumbres, como promueven los impulsores de la slow-life o vida lenta.

La situación es compleja: por un lado, tenemos la sensación de que la evolución tecnológica cumplirá todos nuestros deseos; por el otro, nos produce sentimientos de control social o de dependencia absoluta, algo por completo ajeno al deseo humano.

La robótica juega un papel central dentro del campo de las investigaciones científicas. Sus objetivos

actuales son obtener prototipos que nos asistan, alivien nuestras labores y nos brinden una agradable compañía. Hasta acá, el desarrollo de estos experimentos parecería propiciar el bienestar social.

No obstante, el vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología obliga a cuestionarse los límites de los resultados alcanzados. Aunque no se pueda establecer con certeza qué curso se dará a los alcances de la investigación, cabe preguntarse: ¿hasta qué punto será útil que los robots desempeñen las tareas de los humanos? ¿En qué momento este soporte se transforma en la anulación de las personas y sus funciones básicas? ¿De qué manera se podrían encauzar las actividades científicas para garantizar el bienestar de las personas y evitar el control de sus actos? ❁



# Inteligencia y vida artificial

*¿Sabías que el lavarropas, el aire acondicionado y el GPS funcionan a partir de la inteligencia artificial? Ante distintas tareas, estos aparatos eligen la mejor manera de resolverlas.*

## Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es la ciencia derivada de la computación que se dedica al estudio e imitación del pensamiento y razonamiento humanos. Desde hace décadas, los investigadores han intentado igualar los procesos mentales del cerebro humano para la resolución de problemas. Pero los resultados de las investigaciones evidenciaron las dificultades de este desafío, dada la profunda complejidad del funcionamiento de la mente. Es por eso que, en los últimos años, los estudios se centraron en la imitación de determinadas funciones del cerebro, y no en su totalidad.

Sin embargo, no solo deberían analizarse los aspectos racionales a la hora de investigar los procesos mentales: las emociones constituyen un factor esencial en la conducta inteligente. Por este motivo y para mejorar la efectividad de

los sistemas de inteligencia artificial, existe una tendencia a incorporarlas.

## Vida artificial

Mientras que la inteligencia artificial intenta emular los procesos mentales de las personas, la vida artificial es la disciplina que desarrolla sistemas artificiales que imitan el comportamiento de la vida humana a través de complejos modelos de simulación.

Lo que se intenta imitar de manera artificial a través de algoritmos son los procesos evolutivos de la vida y los procesos cognitivos y de aprendizaje del ser humano.

Los investigadores combinan ambas ciencias con el fin de obtener diferentes tipos de robots capaces de desarrollar tareas, tomar decisiones y resolver problemas de manera totalmente independiente y autónoma.⌘



por El Bruno

*El desarrollo científico que la robótica ha alcanzado en la actualidad se aplica principalmente a la medicina y la industria automotriz. Muchísimos profesionales de la ciencia están dedicados al estudio de robots. ¿Te interesa saber cómo se podría aplicar en tu escuela?*

# Robótica lúdico-educativa

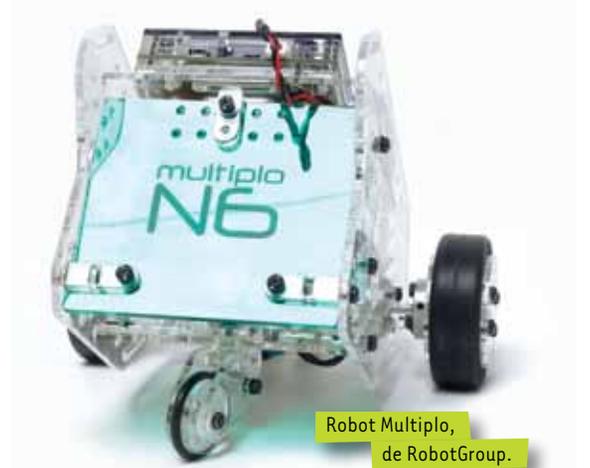
La robótica educativa tiene su origen en los trabajos de investigación de Seymour Papert y otros científicos del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) durante la década del 60. Estos investigadores desarrollaron dispositivos tecnológicos para que los niños construyeran edificios y máquinas. Luego, durante la década del 80, estos juguetes formaron parte del programa educativo en las escuelas.

En los últimos años, esta disciplina se ha ido desarrollando en todo el mundo, cada vez con más intensidad. Es, sin duda, una interesante vía de motivación para el aprendizaje de distintas áreas del conocimiento, tales como la matemática, la física, la ingeniería, la lógica, el diseño industrial y la electrónica.

## **Experimentar, construir, armar y desarmar**

Existen varios centros de estudio que disponen de talleres para niños y adolescentes en los que se enseña cómo diseñar y construir diferentes tipos de robots.

A través del juego, los alumnos desarrollan diversas capacidades, tales como la motricidad, la creatividad, la lógica y el trabajo en equipo. Se trata de una actividad proyectual que combina la planificación del robot y su realización. En una primera instancia, se diseña el prototipo de manera virtual mediante interfaces digitales, se prueba y, de ser necesario, se corrige el modelo a desarrollar.



Robot Multiplo,  
de RobotGroup.

Finalizada esta etapa, se procede a la construcción física del robot con dispositivos específicos como interfaces de control, sensores, microcontroladores y motores, aunque también es posible usar elementos más accesibles, como cajas de cartón y circuitos en desuso. En esta actividad pedagógica, el error es parte del proceso de aprendizaje. El alumno experimenta, construye, arma y desarma, desplegando todo su capital creativo.

Con la incorporación de las nuevas tecnologías en las escuelas, se fomenta la innovación en el desarrollo del conocimiento, y se genera un ambiente de aprendizaje multidisciplinario en donde el alumno adquiere conocimientos de manera natural y entretenida.



Los estudiantes se enfrentan a distintos desafíos, y en cada resolución van desarrollando, casi sin darse cuenta, una estructura de pensamiento metódica, lógica y conceptual.

## Robots en la escuela

El circuito comercial ofrece un extenso abanico de kits educativos para la creación autodidacta de robots, que muchas escuelas utilizan como herramientas pedagógicas. Entre las grandes compañías dedicadas por años a la producción de juegos para niños y adolescentes, Lego desarrolló su división Lego Mindstorm, dedicada a la venta de kits para la construcción de robots. También hay otras ofertas como la interface FlowGo



Dentro del paradigma digital, la robótica educativa se perfila como un nuevo modelo pedagógico que integra la innovación tecnológica y las áreas de conocimiento tradicionales.

de Data Harvest, la interface ROBO TX Controller de Fischertechnik, la interface Enconor de Enconor Tecnología Educativa, el Robot Programable mOway de MiniRobots y los kits educativos Robo-Ed.

En América latina, también hay instituciones dedicadas a la robótica educativa. En la Argentina, Robot-Group organiza campeonatos intercolegiales de robots, tanto de nivel primario como secundario. La industria nacional también ofrece productos como el sistema constructivo Multiplo, que se emplea en la enseñanza en muchas escuelas del país, ya que ofrece un sistema de fácil programación. Otro ejemplo es el Minibloq, un entorno de programación gráfica de código abierto, compatible con Arduino y con Multiplo.⌘

# De Parque Rivadavia a la Antártida

Curioso desde chiquito, Diego Rusjan construía aviones y aparatos electrónicos. Y lo que empezó siendo un hobby lo llevó lejos, ¡hasta la Antártida!



1

Diego Rusjan nació en la ciudad de Buenos Aires en 1973. Con ganas de explorar el mundo, de chico lo atraparon el aeromodelismo y los aparatos electrónicos. En su formación autodidacta, los primeros aprendizajes vinieron de la mano de las pocas revistas que podía conseguir en el Parque Rivadavia: *Lupin*, *Saber Electrónica*, *Elektor*.

2

Uno de sus primeros robots fue un seguidor de líneas que había copiado de una revista española de electrónica. El desafío mayor estaba en poder controlarlo desde su vieja computadora Sinclair ZX Spectrum ¡sin quemarlo!



3

Para él, como para muchos principiantes, la clave estuvo en la experimentación y en el juego. Tomar un viejo aparato de radio o un juguete y desarmarlo, ¡hasta la última pieza! Y si no se puede volver a armar... qué más da. La riqueza de la experiencia surge de la unión entre la exploración, el trabajo manual y la reflexión, donde el conocimiento está unido a la diversión.

Destruir para construir.  
Prueba y error.

4

Ya adolescente, llegó el momento de encauzar y capitalizar la experiencia que había adquirido solo. Luego de recibirse de técnico electrónico en la escuela secundaria, continuó sus estudios en la carrera de Ingeniería Electrónica de la UTN, donde se zambulló en el mundo de la programación.

5

Al mismo tiempo, se formaba en otra de sus pasiones: la música. Aunque no terminó la carrera, durante varios años estudió en el Conservatorio Nacional "Manuel de Falla". Su experiencia dentro del universo musical sería un condimento que aplicaría más tarde, en su paso por el arte electrónico.

Arte, tecnología y Antártida

6

En 2006, lo contactó el grupo Biopus para desarrollar la obra robótica *Sobra la falta* con materiales de bajo costo y/o reciclados. Gracias a eso, descubrió que la tecnología se podía unir con el arte y que encajaba muy bien con lo que siempre había estado haciendo como aficionado de entrecasa.

A partir de entonces, comenzó a trabajar junto a varios artistas, como Leo Núñez y Mariano Sardón, como asesor técnico en el desarrollo de obras de robótica y sistemas interactivos. En 2008, trabajó en su propia obra, *Tensión superficial*, junto a Jorge Crowe y Christian Wloch.

# Lo obsoleto se vuelve vanguardia

La robótica beam (Biology, Electronics, Aesthetics, and Mechanics) es la que utiliza tecnología analógica para crear robots que imitan el movimiento y el comportamiento de los insectos. Desde la aparición de los microcontroladores con tecnología digital, que permiten programar los robots por computadora, esta tecnología ha quedado obsoleta en la industria y en el mundo hi-tech. Sin embargo, hoy en día está recobrando auge, en principio por su simpleza, en movimientos vinculados al aprovechamiento racional de los recursos y el paradigma del "Do it yourself" ("Hazlo tú mismo"). La robótica beam es un tipo de robótica concebida de manera artesanal. Eso, por una lado, resulta obsoleto, pero por otro es la cumbre de la modernidad. ¿A vos qué te parece?

8

Un año después, sus ganas de incursionar en un área diferente lo llevaron a la Base Belgrano II en la Antártida Argentina, como jefe del Laboratorio Científico. Allí realizó mediciones e investigaciones para la Dirección Nacional del Antártico, y, entre otras tareas, se encargó de enviar sondas (globos) a la atmósfera para medir rayos UV, ozono, magnetismo, ionosfera, PSC y ruido espacial (¿qué será eso?!).



Capas de la atmósfera que están por encima de los 80 km.

Nuevos rumbos

9

Luego de esa experiencia fascinante y movilizadora (¿y quizá su amor por el frío?), decidió radicarse en Ushuaia. Hoy se desarrolla en una actividad de otra magnitud, en la que ya no construye circuitos con sus manos. Pero, sin duda, su recorrido de experimentación hizo posible que ocupe este cargo. Diego es jefe de División de Sistemas de Control en el Departamento de Generación de la Dirección Provincial de Energía. Dedicar su tiempo libre a la música, la pesca, el esquí, la navegación y a arreglar el mundo con sus amigos en el bar. Y, aunque en un principio afirmó que ya no tiene un tester en la casa, finalmente confesó que solo le quitó las pilas.



Conjunto de instrumentos de medición reunidos en un dispositivo portátil.

# *El arte robótico* de Jessica Field

*Con sus proyectos de robótica e inteligencia artificial, la artista canadiense Jessica Field ha desarrollado, durante más de diez años, un lenguaje particular para reflejar principios de la vida a través de sus robots.*

*Estableciendo un paralelismo entre la inteligencia artificial de los robots y el comportamiento humano, la artista pretende que aprendamos de estos seres mecánicos algo acerca de nosotros mismos.*

Graduada en la carrera de Nuevos Medios, de la Facultad de Arte y Diseño de Ontario, en Toronto, sus investigaciones y experiencias en el campo del arte la han llevado a dictar clases de Robótica y Electrónica tanto para adultos como para niños en el Children's Technology Workshop, de Toronto.

Dos de sus obras más emblemáticas, *Investigación semiótica en el comportamiento cibernético*, de 2004, y *Ecosistema desajustado*, de 2008, premiadas en el Concurso Internacional de Arte y Vida Artificial VIDA, muestran la concepción creativa de Jessica Field.

En estas obras de teatro robótico, las máquinas son actores que Jessica puede dirigir a partir del software que ella diseña. En su análisis, la tecnología es al mismo tiempo la herramienta y el medio para reflexionar sobre las relaciones sociales.☞

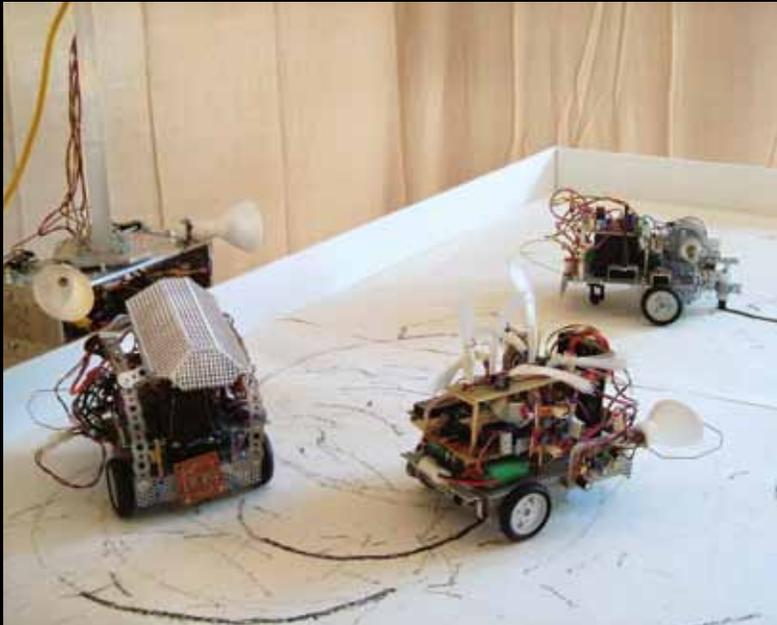


Jessica Field  
trabajando en un robot.



*Investigación semiótica en el comportamiento cibernético, de Jessica Field.*

*Ecosistema desajustado, de Jessica Field.*



En *Investigación semiótica en el comportamiento cibernético*, los robots Alan y Clara observan su entorno y lo analizan. El espectador que tienen frente a ellos se convierte en su objeto de estudio. Ambos modelos entablan una conversación en la que cada uno emite su opinión acerca de lo que ve, y espera que su compañero esté de acuerdo. Cuando la realidad se ajusta a sus expectativas—los espectadores se mueven como está previsto, por ejemplo—, su estado de ánimo refleja su grado de seguridad, se vuelven arrogantes y no son influidos por la opinión del otro. En cambio, si sucede algo inesperado, se ven dominados por la incertidumbre, la desconfianza y el temor. La conciencia de su error hace que la opinión del otro robot se vuelva importante. Lo que Alan y Clara no saben es que, en realidad, no perciben el entorno de la misma manera, ya que cada uno analiza aspectos diferentes del mundo que los rodea. La performance de Alan y Clara refleja la complejidad de las relaciones sociales y la influencia de los otros en lo que cada uno percibe.

*Ecosistema desajustado* es una obra formada por cuatro robots interdependientes. Se trata de un circuito de pares que se retroalimenta. Llámoslos A, B, C y D. A y B desarrollan tareas diferentes e independientes de los demás robots: A busca líneas y B busca luz. Cuando cada uno encuentra alguno de estos elementos, emite una señal a C y D, respectivamente. Por su parte, C emite luz y D dibuja líneas cuando reciben el estímulo emitido por A y B. Por ejemplo: cuando A encuentra una línea, emite una señal a C. C, entonces, elige un nuevo lugar al azar para emitir un haz de luz. Por otro lado, cuando B encuentra un haz de luz, le envía una señal a D. Al recibirla, D dibuja una nueva línea. En este círculo vicioso, los cuatro robots interactúan de manera negativa en un ecosistema cerrado, sin una idea de cooperación entre ellos, y donde la ignorancia acerca de la presencia del otro vuelve **infructuosa** la tarea de cada uno.

*Inútil, ineficaz*

## Para curiosos

¿Te interesa armar una radio o un amplificador de audio para tu equipo? ¿Querés probar con un robot? ¿Sabés qué es un LED o un LDR? ¿Y un protoboard? Si te gusta la electrónica, tenés que conocer estos componentes.

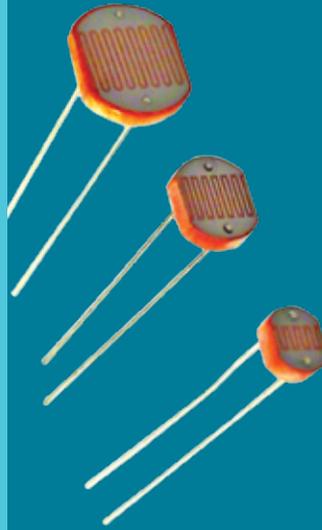
Los componentes electrónicos son dispositivos que forman parte de un circuito electrónico.



# MOULTAS

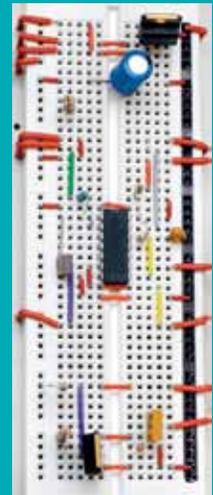
## ¿Qué es un LDR?

Un LDR (Light-Dependent Resistor) o fotorresistencia es un componente electrónico que se utiliza como sensor para medir la variación de luminosidad. Básicamente, es una resistencia que varía de forma inversa a la cantidad de luz incidente. Cuanto mayor es la luz que lo afecta, menor es su resistencia y mayor es la corriente eléctrica que pasa a través de él. Este sensor se usa, por ejemplo, para que no se cierre la puerta de un ascensor.



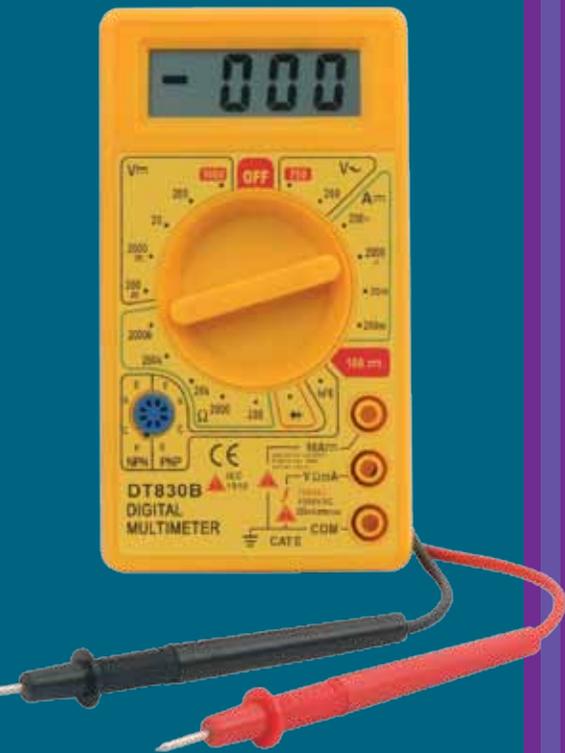
## Una plataforma de experimentación

Un protoboard es una placa plástica con perforaciones para insertar componentes electrónicos y cables, que se utiliza para realizar prototipos de los circuitos. Cualquier proyecto nuevo que se crea se evalúa previamente en esta placa antes de pasar los circuitos a una placa impresa. Un protoboard es una plataforma de experimentación que no utiliza soldaduras, lo que vuelve más sencillo modificar las conexiones entre los componentes del circuito.



## Una herramienta imprescindible

El multímetro, tester o multitester es una herramienta fundamental para trabajar con electrónica. En realidad, se trata de un conjunto de instrumentos de medición reunidos en un dispositivo portátil que permite medir la tensión (voltímetro), la intensidad de corriente (amperímetro), la resistencia (óhmetro) y las capacidades de los componentes y circuitos electrónicos. Existen actualmente dos tipos de multímetros: los analógicos y los digitales. Es posible conseguirlos a precios económicos en cualquier casa de electrónica.



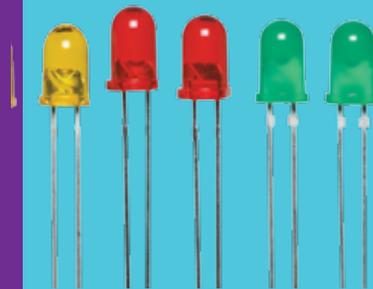
## Motores CC: los músculos de los robots

En robótica, se podría decir que los motores son los músculos de los robots. Les dan la tracción a los robots móviles o a los que mueven las articulaciones de las extremidades. Básicamente, se trata de un dispositivo que convierte energía eléctrica en mecánica a partir del magnetismo, para generar un movimiento rotatorio. Hay motores de varios tipos: los motores paso a paso, los servomotores y los de rotación continua. Estos últimos poseen solo dos conectores y su funcionamiento es muy sencillo: al conectar a una fuente de tensión el motor, este comienza a girar. Para cambiar el sentido de rotación, simplemente hay que invertir las polaridades.



## LED: tecnología en expansión

Un LED (Light-Emitting Diode) es un diodo emisor de luz que se utiliza como indicador en muchos circuitos electrónicos. Los hay de varios tamaños, formas y colores. También existen los LED infrarrojos, como los que se usan en los controles remotos hogareños. Actualmente, la tecnología LED se está expandiendo muchísimo y está en camino de reemplazar a las anteriores. Los LED se usan en las luminarias de la calle, en los automóviles, en sistemas de comunicación, en las pantallas y los monitores. Entre sus beneficios: son de bajo consumo, durables, veloces en su encendido y no emiten calor.



# El lenguaje de los **robots**

Las computadoras funcionan a partir del código binario, y nosotros nos comunicamos con el lenguaje humano. La solución para establecer la comunicación entre ambas partes fue desarrollar un lenguaje intermedio, que reconozca nuestras instrucciones y las retransmita en el idioma de las computadoras. Esa es la función del entorno

de programación: traducir nuestra sintaxis en código de máquina, el código binario de ceros y unos.

Por definición, un lenguaje de programación es un idioma establecido para comunicarse con las máquinas y que estas realicen tareas a partir de una serie de instrucciones lógicas. Como todo lenguaje, su estructura

*Para que los robots funcionen con autonomía, es necesario indicarles qué tienen que hacer ante cada situación.*

*Darles órdenes, en definitiva. Y para eso, hace falta compartir un idioma. ¿Cómo nos comunicamos con ellos?*

*La respuesta: el lenguaje de la programación.*

está conformada por signos combinados a partir de reglas sintácticas y semánticas.

¿Adónde van las instrucciones que reciben los robots? Para organizar el funcionamiento de un robot, se programa una serie de funciones que serán almacenadas en su "cerebro". Se trata del microcontrolador, un circuito integrado progra-

mable conformado por las mismas unidades funcionales que una computadora: un procesador, una memoria, y dispositivos de entrada y salida.

De esta manera, una vez programadas las funciones, el robot ejecuta las acciones como respuesta a estas órdenes almacenadas en su "cerebro".

## Qué opina...

por Eduardo Barone

## Diego Frenkel | músico



Para mí, la computadora es un soporte fundamental. En ella registro, grabo y edito toda mi música, escribo mis letras y organizo mi mundo laboral. Acuerdo los horarios de reuniones, concreto trabajos a través del mail, envío y recibo música e ideas, me conecto con gente de otras provincias o países, investigo material artístico, en fin, mi organización cotidiana se basa en este aparato-sistema. Con programas de grabación multipista, como el Reason, puedo componer y arreglar la parte instrumental de los temas usando sonidos de altísima calidad, desde una orquesta de cuerdas hasta una batería acústica o sintetizadores de gran resolución.

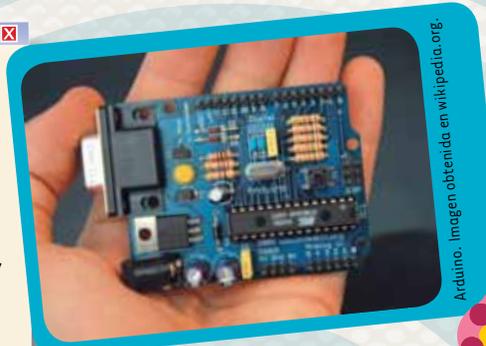
A veces, la compu me sirve para concretar ideas que suenan en mi cabeza, de manera eficaz y veloz; otras, como instrumento en sí mismo, como una herramienta creativa que tiene su propia fuerza e identidad. Para hacer *El día después*, mi reciente disco solista, grabé voces, guitarras, bajo, baterías virtuales, arreglos de orquesta, pianos, absolutamente todo, en mi notebook y luego lo fui reemplazando en otra computadora, en un estudio más grande y con la ayuda de un técnico.

# Imprescindibles

*Para ingresar al mundo de la robótica, es indispensable dominar dos disciplinas: la electrónica y la programación. A través de internet, hoy es posible acceder a infinidad de ejemplos, tutoriales, manuales, proyectos y experiencias, pero lo difícil es decidir qué opción es la adecuada. El asesoramiento de una persona con experiencia puede allanar el camino. Aquí, te sugerimos algunas herramientas para iniciarte en este universo.*

## Arduino

Arduino ([www.arduino.cc/es](http://www.arduino.cc/es)) es una plataforma de desarrollo de proyectos de electrónica y un entorno de programación con un lenguaje simple, similar a Processing y Wiring. Básicamente, consiste en una placa con un microcontrolador que se puede conectar, con un mínimo de electrónica adicional, a todo tipo de sensores o actuadores. Y lo mejor es que se trata de un proyecto open source, es decir que tanto el software como el hardware son completamente libres y gratuitos, aunque también es posible comprar la placa ya ensamblada a un costo mínimo. Su popularidad permitió que contemos con muchísimo material, disponible en su página web, para realizar un sinnúmero de objetos interactivos autónomos, o para conectarlo a la computadora y controlarlo desde programas como Flash, Pure Data o Processing.



Arduino. Imagen obtenida en wikipedia.org

Próximamente,  
cursos de Scratch  
y Arduino en  
educ.ar.  
<http://www.educ.ar/>

## Scratch + Arduino

Finalmente, S4A (Scratch for Arduino) es la herramienta necesaria para unir ambas cosas. Se trata de una serie de bloques que se agregan al entorno Scratch para poder comunicarlo con el Arduino. El sitio web del proyecto es [seaside.citilab.eu/scratch/arduino](http://seaside.citilab.eu/scratch/arduino).

## Scratch

El MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) desarrolló un entorno de programación para niños y adolescentes, llamado Scratch, que les permite aprender de manera sencilla los conceptos básicos de la programación a través de una interface gráfica. Se trata también de un software open source y puede distribuirse e instalarse de forma gratuita en cualquier computadora con Windows, Linux o Mac OS. Ejemplos y tutoriales en español pueden obtenerse en el sitio oficial: [scratch.mit](http://scratch.mit).



Pantalla del entorno de programación Scratch.

# TEST

## ¿Cuánta sabes de electrónica?

El trabajo con la electrónica y la robótica permite incorporar conocimientos de matemática, física, mecánica e informática desde lo lúdico. Sin embargo, para iniciarse en estas disciplinas, hay que dominar algunos contenidos. ¿Te animás a poner a prueba tus conocimientos con este test?

### A. Seguridad

1. ¿QUÉ ELEMENTO ES DAÑINO PARA LA SALUD Y CUYO CONTACTO CON LA PIEL DEBE EVITARSE?

- a) Mercurio.
- b) Fósforo.
- c) Batería.

2. EXISTE UN MATERIAL PRESENTE EN CIERTAS BATERÍAS Y EN EL ESTAÑO DE SOLDADURA, ENTRE OTROS ELEMENTOS, Y QUE PUEDE SER SUMAMENTE TÓXICO, HASTA CAUSAR LA MUERTE. ¿CUÁL ES?

- a) Hierro.
- b) Plomo.
- c) Vidrio.

3. ¿QUÉ CORRIENTE ELÉCTRICA ES MÁS PELIGROSA PARA EL SER HUMANO?

- a) Corriente alterna.
- b) Corriente continua.

### B. Teóricas

4. ¿CÓMO ES LA RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD ELÉCTRICA Y LA TENSIÓN ELÉCTRICA QUE CIRCULA ENTRE DOS PUNTOS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO, SEGÚN LA LEY DE OHM?

- a) Inversamente proporcional.
- b) Directamente proporcional.

5. ¿QUÉ TRES VALORES INTERVIENEN EN LA LEY DE OHM?

- a) Tensión, intensidad y resistencia.
- b) Tensión, electricidad y tolerancia.
- c) Intensidad, electricidad y temperatura.

6. LA UNIDAD DE MEDIDA DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ES EL...

- a) ... voltio.
- b) ... ohmio.
- c) ... amperio.

## C. Herramientas

7. ¿CON QUÉ MATERIAL SE UNEN LAS PARTES DE UN CIRCUITO EN UNA PLACA EXPERIMENTAL PERFORADA?

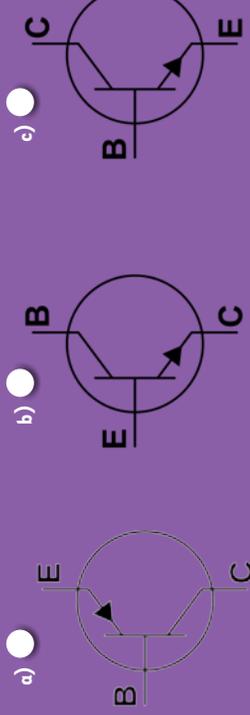
- a) Estño.
- b) Cinta aisladora.
- c) Pegamento.

8. ¿QUÉ HERRAMIENTAS SON INDISPENSABLES PARA TRABAJAR EN EL CIRCUITO ELECTRÓNICO DE UN ROBOT?

- a) Escalpelo.
- b) Multímetro.
- c) Alicata.

## D. Componentes

9. UN TRANSISTOR DE UNIÓN BIPOLAR ESTÁ FORMADO POR DOS JUNTURAS PN EN UN SOLO CRISTAL SEMICONDUCTOR, SEPARADAS POR UNA REGIÓN MUY ESTRECHA. LAS TRES REGIONES SON EL EMISOR (E), LA BASE (B) Y EL COLECTOR (C). ¿DÓNDE SE ENCUENTRA CADA UNO DE ELLOS EN UN TRANSISTOR DE TIPO NPN?



- a)
- b)
- c)

11. LAS FRANJAS DE COLOR EN EL CUERPO DE UNA RESISTENCIA INDICAN SU VALOR. ENTONCES, ¿QUÉ VALOR TIENE ESTA RESISTENCIA? (DORADO - NARANJA - NEGRO - MARRÓN).

- a) 220 ohms +/- 5%.
- b) 10 kohms +/- 10%.
- c) 10 kohms +/- 5%.
- d) 1 kohms +/- 10%.



10. GENERALMENTE, CUANDO SE UTILIZA UN MOTOR, SE COLOCA UN DIODO DE PROTECCIÓN EN PARALELO AL CIRCUITO PARA...

- a) ... proteger al circuito de una sobretensión inversa inducida, causada por la bobina cuando es conmutada.
- b) ... dejar pasar la corriente del motor al circuito.

12. UN MICROCONTROLADOR ES UN CIRCUITO INTEGRADO PROGRAMABLE CONFORMADO POR:

- a) Un procesador, una memoria y dispositivos de entrada y salida.
- b) Un procesador, un mouse y un módem.
- c) Un LCD, una memoria y periféricos de entrada.

# TEST

## Consejos

### Seguridad

Si respondiste mal dos o más preguntas de esta sección, no tenés los conocimientos mínimos necesarios para manipular elementos y objetos de robótica y electrónica. Es importante que tengas en cuenta que la seguridad es esencial para tu salud y la de tu familia. Por eso, hay que ser cuidadoso con los elementos tóxicos, con la electricidad y con el uso de herramientas, entre otras cuestiones.



### Teóricas

Si respondiste mal dos o todas las preguntas de esta sección, te recomendamos profundizar los conceptos teóricos de electrónica y robótica. Más allá de los conocimientos prácticos, que son importantes, y didácticos para aprender a construir circuitos, a la hora de desarrollar proyectos más complejos es necesario que tengas una base teórica que sin duda va a ayudarte a resolver cualquier problema.



# Herramientas

Si respondiste mal las preguntas 7 y 8, estás flojo en las nociones mínimas del uso de herramientas. Este es nuestro consejo: para trabajar de manera correcta y sin perder tiempo, es imprescindible que tengas las herramientas apropiadas para cada tarea y que sepas cómo utilizarlas. Muchas veces, la diferencia entre poder realizar un trabajo o no poder hacerlo depende de que cuentes con los elementos adecuados.

Estas son algunas de las herramientas básicas que no te pueden faltar: destornilladores de relojería, un soldador, un porta soldador, un buen alicate, un par de llaves tipo cocodrilo, un multímetro, una trincheta y un protoboard, entre otras.



# Componentes

Si respondiste mal dos o más preguntas de esta sección, necesitarás saber más acerca de los componentes utilizados en electrónica y robótica. Además de los conocimientos teóricos, debes saber que cada componente tiene una función principal, una lógica específica y determinadas características. ¿Cuál es el polo positivo y cuál, el negativo? ¿Qué valores máximos y mínimos de tensión y corriente maneja un transistor? ¿Cuál es la patita que debe conectarse a tierra en un microcontrolador PIC 16F84?

Si no querés quemar tu circuito, ¡tenés que saber estas cosas y muchas otras!

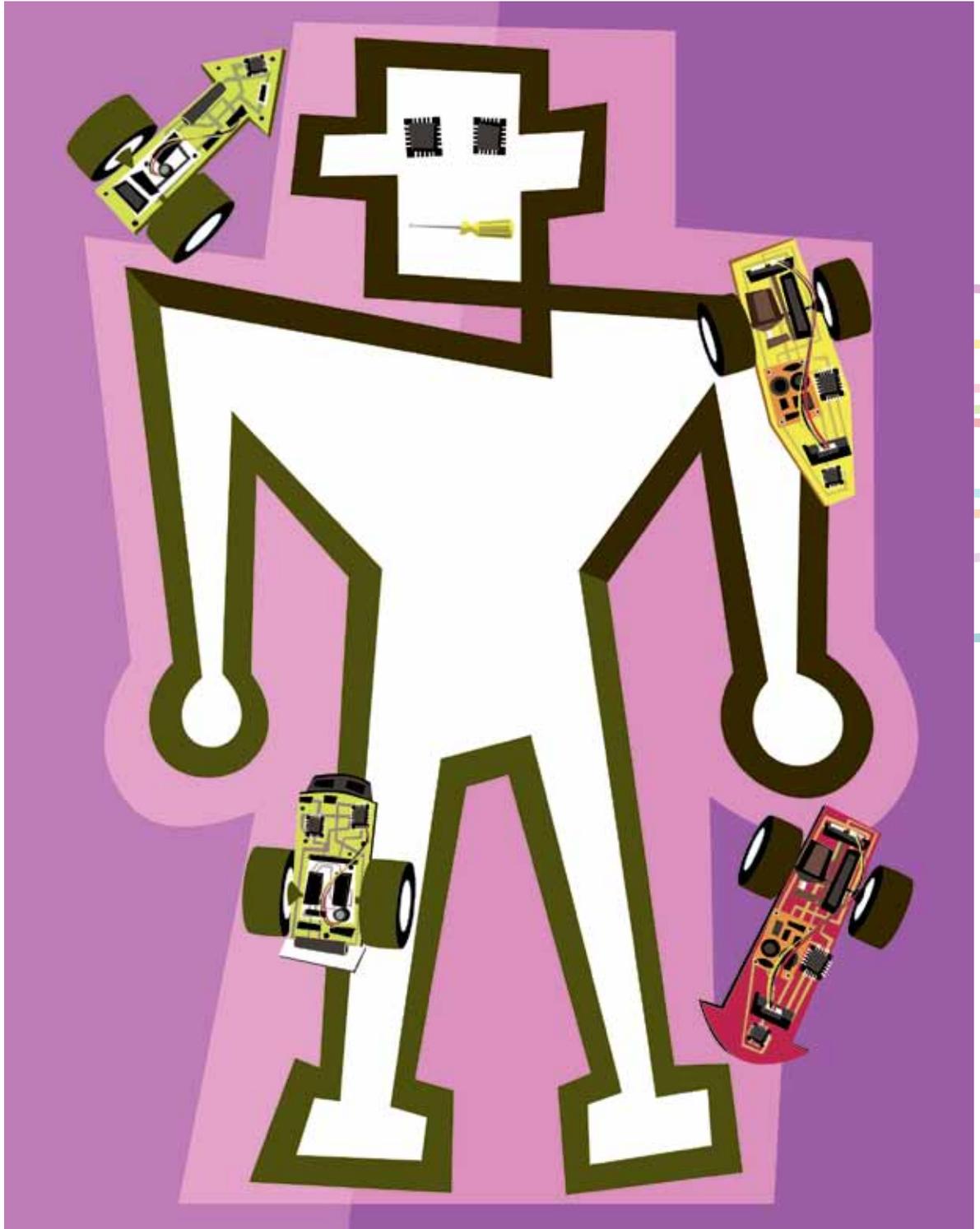


## SOLUCIONES

1: a.  
2: b.  
3: b.  
4: b.

5: c.  
6: a.  
7: a.  
8: b, c.

9: c.  
10: a.  
11: c.  
12: a.



*Una buena manera de adentrarse en el mundo de la robótica es construir un robot seguidor de líneas. ¿Por qué? Por un lado, su realización es sencilla; por el otro, cada día se difunden más las competencias de este tipo de robots.*

La idea y el circuito fueron inspirados en este tutorial: <http://www.ermicro.com/blog/?p=1097>. Te recomendamos que lo leas e investigues aquello que te resulte desconocido antes de comenzar a trabajar en el proyecto.

# Hacé tu propio robot seguidor de líneas

El proyecto consistirá en construir, de la manera más sencilla y económica posible, un robot seguidor de líneas. Se trata de un robot móvil autónomo de tres ruedas, cuya única función es seguir una línea trazada en el suelo.

La estructura básica del robot es común a todos de los de su clase:

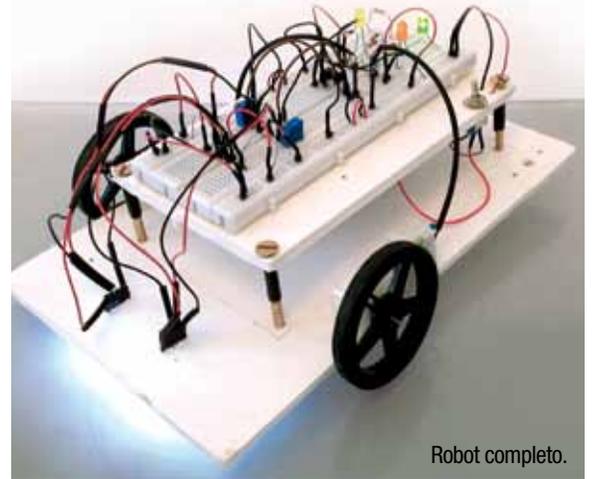
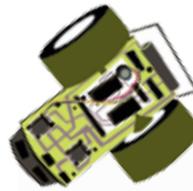
- ✿ Una fuente de energía, formada por cuatro pilas alcalinas AA.
- ✿ Un sistema de movilidad mecánica conformado por dos motores CC y dos ruedas con tracción, más una rueda pivotante que sostiene el chasis en posición horizontal.
- ✿ Un sistema de sensado, en este caso, dos sensores de luz (LDR) ubicados en el frente del robot y a cada lado de la línea negra, que permiten saber cuándo cada uno de ellos se encuentra sobre o fuera del trayecto trazado.
- ✿ Un sistema de control central que utiliza la información de cada sensor para encender o apagar el motor respectivo. ⚡



## Definición de las condiciones

Para lograr un correcto funcionamiento del robot, tené en cuenta que:

- ❁ El robot está diseñado para funcionar en interiores y no al aire libre. Esto se debe a que las condiciones de luz deben estar controladas. No debe haber grandes contrastes de luz y sombra por su lugar de paso.
- ❁ El piso debe ser lo más liso y homogéneo posible, tanto en textura como en color. De una tonalidad clara, preferentemente blanco.
- ❁ La línea debe ser continua, de color oscuro (preferentemente negro), y tener un ancho aproximado de entre 1,8 y 2,5 cm. También debe ser pleno y homogéneo. Sugerimos cinta aisladora negra.
- ❁ Son preferibles los recorridos rectos, o los giros que no superen un ángulo de  $22,5^\circ$ . No son buenos los giros abruptos. Para hacer una curva cerrada, es conveniente que sea de forma gradual, sumando pequeños giros de un máximo de  $22,5^\circ$ .



Robot completo.

- ❁ Los cruces de líneas pueden confundir fácilmente al robot y hacerle perder el trayecto.

### Componentes electrónicos

- Un porta pila  $4 \times 1,5$  V-AA.
- Un conector broche batería de 9 V.
- Dos motores CC de 5 V con engranaje y eje, menor que 50 RPM y una corriente menor que 50 mA.
- Dos ruedas para encastrar en el eje de cada motor.
- Cuatro pilas alcalinas AA de 1,5 V.
- Una placa de prototipado (protoboard) de 400 puntos.
- Cables multifilamento de 0,5 o 1 mm de varios colores (rojo, negro, azul).
- Cable termocontraíble de 2 mm 2:1.
- Dos fotorresistencias LDR (de entre 2 y 5 kohms en la luz y 100 kohms en la oscuridad).
- Cuatro resistencias de 220 ohms de 0,25 watts.
- Dos presets de 10 kohms de 25 vueltas de ajuste vertical.
- Dos diodos 1N4148.
- Un interruptor (switch).

- Dos LED blancos de 3 mm.
- Dos transistores bipolares 2N3904 o 2N2222A.
- Una llave palanca s/inv. ON-ON de tres patas.
- Un conector pin macho de 1 mm, para circuito impreso de 20 vías.
- Un conector hembra cable de 1 mm de cuatro vías.

### Herramientas y materiales

- $25 \times 30$  cm de foamboard de 5 mm de espesor.
- Alicates.
- Pinzas pequeñas.
- Soldador eléctrico para estaño, tipo lápiz.
- Estaño para soldadora de punto.
- Cinta aisladora negra de 1 pulgada de ancho.
- Precintos o cinta bifaz.
- Una bolilla de desodorante roll-on.



## Lógica de funcionamiento del robot

El robot se mueve a partir de dos motores independientes colocados a los lados del chasis. Si los dos motores funcionan a la misma velocidad, el robot se mueve hacia delante. Si, en cambio, el motor de la izquierda gira más rápido que el de la derecha, el robot realizará un giro hacia su derecha.

La velocidad de cada motor es dependiente del nivel de luz que recibe cada uno de los dos sensores

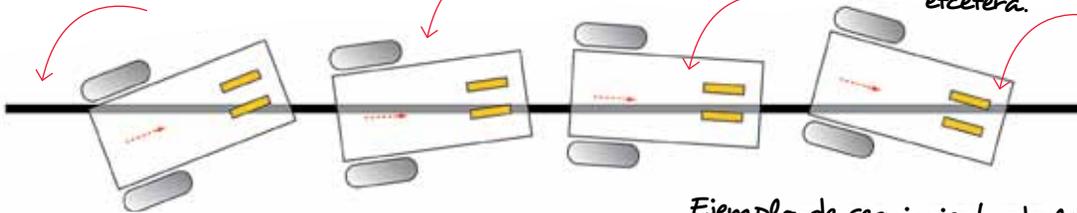
ubicados en el frente. Los sensores LDR reciben mayor cantidad de luz cuando están ubicados sobre el piso blanco, debido a que el reflejo de la luz del LED sobre la superficie clara es mayor. Cuando esto sucede, el circuito controlador envía una mayor corriente al motor que se encuentra de su mismo lado. Sucede lo contrario cuando el sensor se encuentra sobre la línea negra. La resistencia disminuye y, junto con ello, la velocidad del motor.

*El sensor derecho se topa con la línea negra. El motor derecho disminuye su velocidad.*

*Como el izquierdo la mantiene, comienza a girar a la derecha.*

*Continúa girando hacia su derecha hasta que...*

*...el sensor izquierdo se topa con la línea negra; etcétera.*

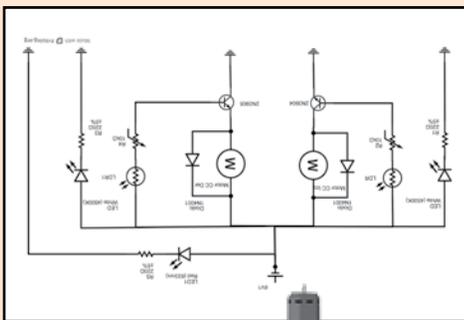


Funcionamiento del robot.

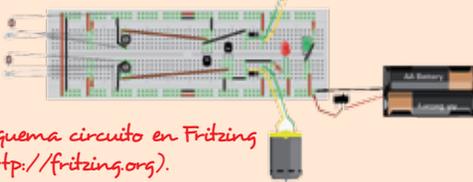
Ejemplo de seguimiento de línea.



### Circuito



Esquema circuito en Fritzing (<http://fritzing.org>).



### Motor

Deben utilizarse dos motores iguales de 5 V de baja potencia, con engranajes y eje para colocar las ruedas. Estos motores se usan en muchísimos juguetes, autos a motor, autos a radiocontrol, etcétera. Hay que elegir un motor de baja velocidad (bajo RPM), ya que el sistema de sensores con LDR tiene una respuesta lenta. Si el motor que conseguís tiene mayor consumo de potencia, reemplazá el transistor de 2N3904 que maneja hasta 100 mA por el 2N2222A, cuyo límite en el colector es de 800 mA.

Aquí, elegimos dos motores 120:1 Mini Plastic Gearmotor 90-Degree 3 mm D-Shaft Output, de Pololu ([www.pololu.com](http://www.pololu.com)).



Motores.

### Ruedas

Las ruedas que elegimos en esta ocasión son las Pololu Wheel 60 × 8 mm Pair-Black, también de la empresa Pololu.

Otras opciones: utilizar dos tapas de frascos de conserva o dos CD. En ambos casos, hay que añadir goma o cinta sobre la circunferencia para obtener una mejor adherencia al suelo.

Para la rueda pivotante, utilizamos la bolilla de un desodorante roll-on. Simplemente, quitamos la parte superior y la enganchamos en el chasis.

En el siguiente tutorial, se explica cómo añadir la rueda pivotante:

<http://txapuzas.blogspot.com/2011/10/paperrobot-chasis-para-robot-con.html>.



Ruedas.



Motor Pololu con rueda.



Rueda pivotante.



Colocación de la rueda pivotante.

### Batería

Para la alimentación del robot, se usan cuatro pilas AA de 1,5 V cada una. Esto da un total de 6 V, suficiente para manejar ambos motores.

Es conveniente ubicar la batería en el centro del chasis para mejorar la estabilidad del robot. Podés pegarla al chasis con cinta bifaz.

Colocá un interruptor (switch) en serie con uno de los polos de la salida de la batería, para encender o apagar el robot. Cortá uno de los cables que salen del soporte y en el medio soldá cada extremo a dos de las patas contiguas del interruptor.

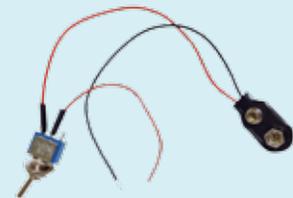
Insertá la batería en el medio del chasis, el interruptor en el soporte del protoboard y pasá los cables positivo y negativo hacia arriba.

Soldá dos pines macho a los cables de la batería para enchufarlos a la entrada de alimentación del circuito en el protoboard.

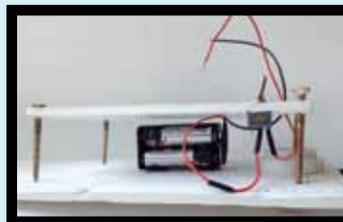
Una vez conectada la batería, podés colocar un LED testigo para monitorear que la entrada de corriente funcione.



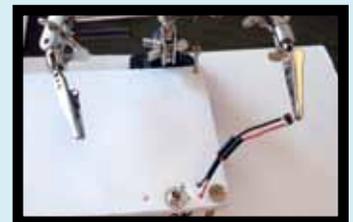
Porta pila AA × 4.



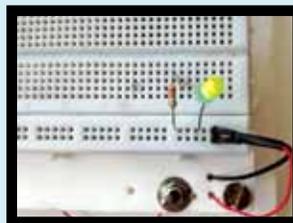
Interruptor en serie.



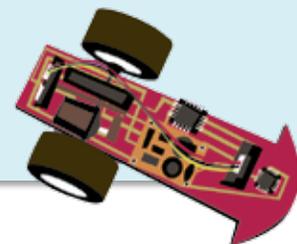
Interruptor en serie con la batería.



Interruptor: soldar los pines.



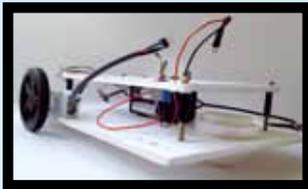
Interruptor: entrada de corriente.



## Chasis

El chasis puede confeccionarse con diferentes materiales: madera, cartón, plástico, alto impacto. Aquí elegimos foamboard porque es liviano y fácil de recortar con una trincheta.

El chasis sostiene los motores, los sensores delanteros, las ruedas y el protoboard con el circuito. El tamaño depende de cada uno de estos elementos, así como de su distribución.



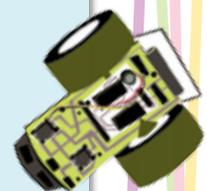
*Chasis.*

## Preparación de los cables

Para realizar las conexiones del circuito en el protoboard, es conveniente armar juegos de cables de diferentes largos y colores. Por ejemplo, rojo para el positivo, negro para la tierra y azul para la señal de control. Se pueden armar con un pin macho de 1 mm en la punta, y luego reforzar y ocultar la soldadura con termocontraíble.



*Preparación de cables.*



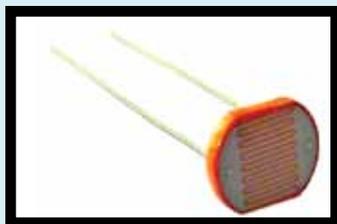
## Sensores

El sensor está compuesto por un LED blanco y un LDR. El LDR mide la luz que le llega por reflexión sobre la superficie del piso. Ambos componentes fueron colocados en un conector hembra para cable de 1 mm de cuatro vías.

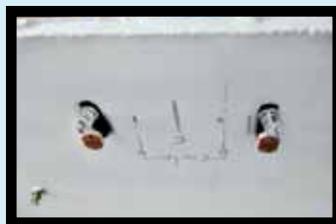
En el circuito, el preset se utiliza para ajustar la velocidad del motor en relación con la ganancia del LDR.

Es complicado encontrar el punto justo donde el sistema funciona correctamente. Probá sobre las superficies que vas a utilizar hasta encontrar el punto en que el motor comienza a girar sobre la superficie blanca y disminuye o se detiene sobre la línea negra.

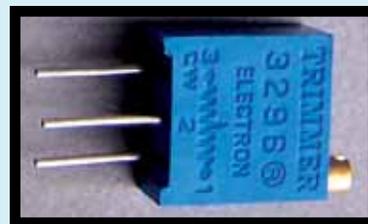
Cada sensor (LED + LDR) va a un lado de la cinta negra. El espacio que los separa debe ser unos 6 mm mayor que el ancho de la cinta.



*Sensores LDR + LED*



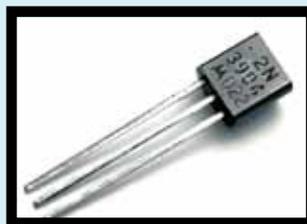
*Sensor incrustado en el frente del chasis.*



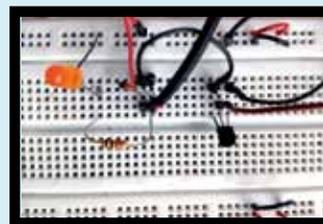
*Circuito preset.*

## Sistema de control

El sistema de control está formado por el transistor bipolar, diseñado para operar como un amplificador. La corriente que pasa a través del colector al motor CC varía de acuerdo con la corriente recibida en la base, la cual depende de la intensidad de la luz recibida en el LDR.



*Diagrama de sensores.*



*Conexiones del circuito de un sensor y un solo motor.*

## Consejos básicos

- ✓ Solo el servicio técnico está autorizado para abrir y reparar tu computadora.
- ✓ Al cambiar los módulos de memoria o limpiar el equipo, apágalo completamente; esto significa:
  - a) apagar el interruptor principal;
  - b) quitar la batería;
  - c) desconectar la fuente de alimentación del tomacorriente o de cualquier otro tipo de fuente de energía externa (por ejemplo, baterías).
- ✓ Evitá utilizar el equipo cerca del agua (bañadera, pileta de cocina) o en ambientes de humedad extrema. Tampoco lo uses bajo la lluvia.
- ✓ Durante una tormenta eléctrica, es inconveniente realizar tareas de mantenimiento y reconfiguración.
- ✓ Evitá colocar objetos dentro de las salidas de aire o aberturas de la computadora o accesorios.
- ✓ Utilizá la computadora dentro del rango de temperatura de 5 °C a 35 °C. Fuera de estas condiciones, guardá el equipo.
- ✓ Procurá mantener el equipo alejado de la luz directa del sol. No lo dejes dentro de automóviles cerrados al sol, ni cerca de fuentes de calor (estufa, horno).
- ✓ Protegelo de las interferencias magnéticas provocadas por imanes, parlantes o motores eléctricos.



## PANTALLAS, CABLES, BATERÍAS Y BLOQUEO

- ✓ Si la batería despidе líquido o tiene olor, quitála con precaución del equipo -sin tocarla con las manos desnudas-, suspendé su uso y deséchala del modo adecuado.
- ✓ Si el equipo se bloquea, ponete en contacto con el referente técnico de la escuela.
- ✓ Si no estás usando el equipo, dejalo cerrado, y no apiles otros objetos sobre él.



- ✓ El adaptador convierte la corriente alterna a corriente continua, alimenta el equipo y carga la batería. Debe trabajar correctamente ventilado. No lo abras bajo ningún concepto.



- ✓ Conectá y desconectá los cables con cuidado. Nunca los dejes en medio de un sitio de paso.
- ✓ Separá la batería de otros objetos metálicos que puedan hacer cortocircuito en las terminales.
- ✓ Utilizá la batería recomendada para el equipo. No las acerques a fuentes de calor ni las sumerjas o permitas que se mojen.
- ✓ La pantalla LCD es un dispositivo delicado. Tratala con precaución. No la golpees ni dejes objetos sobre el mouse o el teclado que, al cerrar la máquina, la puedan afectar.



# Te invitamos a sumarte al Festival Conectar

*El Festival Conectar es un espacio de trabajo colaborativo para jóvenes, que busca la integración efectiva de las nuevas tecnologías en los aprendizajes, mediante la realización creativa de producciones artísticas, tecnológicas y comunicacionales.*



www.educ.ar - Ministerio de Educación

Romero Costas, Matías  
Robótica : entrá al mundo de la inteligencia artificial . - 1a ed. - Buenos Aires : Educ.ar S.E., 2012.  
32 p. : il. ; 24x19 cm.  
ISBN 978-987-1433-80-3  
1. Tecnologías. 2. Educación. 3. TIC. I. Título CDD 372.34

Directora Portal Educ.ar S. E.  
Patricia Pomiés

Coordinadora General del  
Programa Conectar Igualdad  
Mgr. Cynthia Zapata

ISBN: 978-987-1433-80-3  
Queda hecho el depósito que dispone la ley 11.723.  
Impreso en Argentina. Printed in Argentina.  
Primera edición: agosto de 2012.

Impreso en Casano Gráfica S. A.  
Ministro Brin 3932 - Remedios de Escalada,  
Provincia de Buenos Aires.  
Agosto de 2012.

## SERIE VIDA COTIDIANA Y TECNOLOGÍA

- Cuando estás conectado / Usá internet con autonomía y responsabilidad.
- Ver para crear / Aprendé a analizar información en imágenes.
- Yo videojuego / A qué jugás, por qué jugás... Animate a pensar un videojuego.
- A la web, mi amor / Programas e ideas para divertirte con tu net.
- Yo me comprometo / Comunidad y tecnología: una alianza que te involucra.
- TEC & TIC / Accedé a los avances de la ciencia y la tecnología.
- Acortá la brecha / Tu netbook te incluye; incluí vos también.
- Periodismo vivo / Vos y tu net: un multimedia en acción.
- **Robótica / Entrá al mundo de la inteligencia artificial.**
- Tu netbook, tu mundo / Formación a distancia, redes y otros recursos para acercarnos.

## SERIE TRABAJO Y TECNOLOGÍA

- Trabajar con la compu I (hardware) / Arreglar y reciclar compus: un oficio para vos.
- Trabajar con la compu II (software) / Diseñar y programar: un oficio para vos.
- Buscar trabajo / Todo lo que necesitás saber para hacer tu camino.
- Sintonía digital / Transformá tu netbook en un estudio de radio.
- Prendete / Info e ideas para usar tu net en emprendimientos productivos.

## SERIE ARTE Y TECNOLOGÍA

- ¡Animate! / Sacá fotos, editá, filmá y... ¡hacete la película!
- Leer y escribir en la red / Descubrí los nuevos formatos de la literatura digital.
- Medios interactivos digitales / Conocé las interacciones mediadas por la tecnología.
- Mi banda / Grabá, editá y producí música con tu netbook.
- Multidiscipline / Combiná las artes y creá con tu net.

### Robótica / Serie Vida cotidiana y tecnología

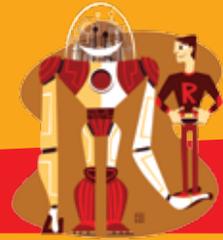
**Coordinación editorial:** Ariela Kreimer | **Edición:** María Luisa García | **Diseño y coordinación gráfica:** Silvana Caro | **Redacción:** Matías Romero Costas del grupo Proyecto Biopus, Natalí Schejtman (entrevista) | **Corrección:** Inés Fernández Maluf | **Fotografía:** Lucas Dima (entrevista) y Educ.ar | **Ilustraciones:** Hugo Horita (tapa y proyecto), Bianca Barone, Delius, Lanman Ink y Pablo Olivero | **Coordinación de contenidos Educ.ar:** Cecilia Sagol | **Coordinación de proyectos Educ.ar:** Mayra Botta | **Gestión administrativa:** Nahir Di Tullio y Laura Jamui | **Agradecemos a:** Mara Borchardt y Soledad Jordán.

En español, el género masculino incluye ambos géneros. Esta forma, propia de la lengua, oculta la mención de lo femenino. Pero, como el uso explícito de ambos géneros dificulta la lectura, en esta publicación se usa el masculino inclusor en todos los casos.  
Educ.ar está a disposición de los poseedores de los derechos de eventuales fuentes iconográficas no identificadas.

Para aprender más y mejor, para crear, para divertirte...  
en estos materiales, encontrarás un montón de ideas  
para aprovechar al máximo las posibilidades que te  
brinda tu netbook.



Comunicate con nosotros: [conectadoslarevista@educ.gov.ar](mailto:conectadoslarevista@educ.gov.ar)



ISBN 978-987-1433-80-3



9 789871 433803

**ARGENTINA**  
UN PAIS CON BUENA GENTE



Ejemplar de distribución gratuita. Prohibida su venta.